



بحوث المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب

التغيرات المناخية في ليبيا
(الاتجاهات والتداعيات)

تنظيم وإشراف

قسم الجغرافيا بكلية الآداب/جامعة سرت

سرت 29 ديسمبر 2022م

تحرير

أ.د.حسين مسعود ابومدينة   أ.د.أنور فتح الله اسماعيل

منشورات مركز البحوث والاستشارات - جامعة سرت

الطبعة الأولي 2022م





بحوث المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب

التغيرات المناخية في ليبيا

(الاتجاهات والتداعيات)

سرت 29 ديسمبر 2022م

تنظيم وإشراف:

قسم الجغرافيا بكلية الآداب/ جامعة سرت

تحرير

أ. د. حسين مسعود أبومدينة أ. د. أنور فتح الله اسماعيل

المراجعة اللغوية

د. فوزية أحمد عبدالحفيظ الواسع

منشورات مركز البحوث والاستشارات بجامعة سرت

الطبعة الأولى 2022م





بحوث المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب

التغيرات المناخية في ليبيا (الاتجاهات والتداعيات)

الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب

دار الكتب الوطنية

بنغازي – ليبيا

هاتف: 9097074 - 9096379 - 9090509
بريد مصور: 9097073
البريد الالكتروني: nat_lib_libya@hotmail.com

رقم الإيداع القانوني 812 / 2022م

رقم الإيداع الدولي: ردمك ISBN 978-9959-891-34-1

جميع البحوث والآراء المنشورة في هذا المؤتمر لا تعبر إلا عن وجهة نظر أصحابها، ولا تعكس بالضرورة رأي مركز البحوث والاستشارات بجامعة سرت.

حقوق النشر والطبع محفوظة لمركز البحوث والاستشارات بجامعة سرت

الطبعة الأولى 2022م





بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

وَهُوَ ٱلَّذِي يُرۡسِلُ ٱلرِّيَٰحَ بُشۡرَۢا بَيۡنَ يَدَيۡ رَحۡمَتِهِۦۖ حَتَّىٰٓ إِذَآ
أَقَلَّتۡ سَحَابٗا ثِقَالٗا سُقۡنَٰهُ لِبَلَدٖ مَّيِّتٖ فَأَنزَلۡنَا بِهِ ٱلۡمَآءَ
فَأَخۡرَجۡنَا بِهِۦ مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِۚ كَذَٰلِكَ نُخۡرِجُ ٱلۡمَوۡتَىٰ
لَعَلَّكُمۡ تَذَكَّرُونَ 57

صدق الله العظيم

سورة الأعراف : آية (57).





د. سليمان مفتاح الشاطر

رئيس جامعة سرت

المشرف العام للمؤتمر

أ. د. الطيب محمد القبي

وكيل الشؤون العلمية بجامعة سرت

رئيس اللجنة التحضيرية للمؤتمر

أعضاء اللجنة التحضيرية

أ. د. عبدالعزيز علي صداقة	أ. د. وائل محمد جبــريل
د. اسماعيل فرج عبدالناصر	د. جبريل صالح الديبالي
أ. جمـعة محــمد الغــناي	أ. خــولـــة على امحمد
عبدالحليم مفتاح الشـاطر	يوسف محمد الكرامي

علي محمد الأسمر

أ. د. أنور فتح الله اسماعيل

رئيس اللجنة العلمية للمؤتمر

أعضاء اللجنة العلمية

أ. د. حسين مسعود أبومدينة	أ. د. محمد عبــدالله لامه
أ. د. مولـــــود علي بريبش	أ. د. خالد محمد بن عمور
أ. د. الصيد صالح الجيلاني	أ. د. إبراهيم الهادي دخيل
د. محمـــود محمد سليمان	د. غـــادة محمد هـويدي

المحتويات

عنوان البحث	الصفحة
كلمة رئيس الجامعة د. سليمان مفتاح الشاطر	ج – د
كلمة عميد كلية الآداب د. اسماعيل فرج عبدالناصر	هـ – و
كلمة رئيس اللجنة العلمية للمؤتمر أ. د. أنور فتح الله اسماعيل	
أثر الزحف العمراني على الخصائص الحرارية في مدينة طبرق للمدة (1985 – 2018م) د. محمود محمد محمود سليمان د. جمعة أرحومة جمعة الجالي د. أميرة أحمد عثمان جودة	1 – 22
أثر المناخ على الراحة الفسيولوجية للإنسان في مدينة طبرق أ. مرعي راف الله سعد الفخاخري أ. عبد الناصر محمد عبد السلام المسوري	23 – 46
خصائص موجات الحر في منطقة بني وليد للمدة (1982–2021) أ. زينب عبد الحق عبد المجيد	47 – 68
تأثير ظاهرة الاحترار المفاجئ في الستراتوسفير على تقلبات الطقس أ. عاشور صالح ساسي	69 – 92
التغير المُناخي في الرياح السطحية بإقليم فزان للفترة (1981 – 2021) د. مفيدة أبوعجيلة بلق أ. محمد بلقاسم على	93 – 116
أثر التغيرات المناخية على اتجاهات التغير في عناصر مناخ الساحل الليبي د. خالد صطم عطية د. سليمان يحي السبيعي	117 – 140

المحتويات

الصفحة	عنوان البحث
164 - 141	تقدير الآثار المحتملة للتغير منسوب سطح البحر على المناطق العمرانية بمدينة زوارة باستخدام التقنيات المكانية. أ.د. مولود علي بريبش د. علي مصطفى سليم
176 - 165	معدل تغير كميات مياه الري في ظل التغير في درجات الحرارة المستقبلية على المحاصيل الزراعية في مناطق غرب ليبيا (سهل جفارة) أ. عماد رجب عاشور الغرياني أ. كريمة خليل محمد التركي
200 - 177	نمذجة اتجاهات التغير في درجة الحرارة العظمى في محطة مطار طرابلس للفترة (**1961 – 2099**) وأثرها في التطرف الحراري. أ. أسمهان علي المختار عثمان
218 - 201	تأثير الغطاءات الأرضية على درجة حرارة سطح الأرض بمدينة بني وليد أ. عقيله سعد ميلاد محمد
240 - 219	التغير المناخي في ليبيا وأثره على البيئة والموارد المائية أ. سليمان صالح الباروني
260 - 241	مفهوم وثقافة (التغير المناخي) لدى الجمهور في ليبيا أ. يونس شعبان الفنادي
284 - 261	تحليل اتجاه تغير درجة الحرارة بثلاث محطات مناخية في شمال غرب ليبيا للفترة **1980–2014**م د . الصادق مصطفى سوالم
302 - 285	**CONTRIBUTION OF GLOBAL NATURAL GAS FLARING IN CLIMATIC CHANGES, A Local Case Study** *Ibrahim M. Abou El Leil* *Ahmed Mohammed*

كلمة رئيس الجامعة

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

في إطار دعم وتشجيع المناشط العلمية كالمؤتمرات والندوات العلمية وورش العمل، والتي ترى الجامعة أنها إحدى مهامها الرئيسة التي تسعى إلى إرسائها والحفاظ على استمراريتها؛ عليه دأبت الجامعة منذ تأسيسها على الاهتمام بهذه المناشط العلمية التعليمية إيماناً منها بأهميتها، ومن أهم هذه المناشط المؤتمرات العلمية، التي أولتها الجامعة اهتماماً خاصاً إدراكاً منها بمدى فاعليتها في تحقيق التقدم والتطور الحضاري واستمراريته، حيث أصبحت منهجية البحث العلمي وأساليب القيام به من الأمور المسلَّم بها في المؤسسات الأكاديمية ومراكز البحوث، وعلاوة على ما يحققه البحث العلمي من منافع للمجتمع الإنساني فإنه يفتح آفاقاً معرفيةً جديدةً أمام الباحث؛ ممّا يُسهم في تحسين مهاراته الفكرية والثقافية والاجتماعية؛ ولذلك عقدت الجامعة عددًا من المؤتمرات العلمية التخصصية برعاية الجامعة وتنظيم إحدى الكليات، وكان لكلية الآداب نصيب الأسد، إذ نضمت فيما مضى ستة مؤتمرات علمية، واليوم تعقد مؤتمرها السابع بعنوان (**التغيرات المناخية في ليبيا "الاتجاهات والتداعيات"**)، والذي ينظمه ويشرف عليه قسم الجغرافيا بالكلية.

إنَّ موضوع التغيرات المناخية من الموضوعات المهمة التي أصبحت محور اهتمام المنظمات الدولية وعلى رأسها الأمم المتحدة، والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) بشكل خاص؛ وذلك لأهميتها في صناعة القرار الدولي بعد أن كانت حبيسة الأروقة العلمية، وما تقوم به الأمم المتحدة وبرنامجها المعني بالمناخ من جهود ضخمة تتبلور في عقد اتفاقيات دولية ومؤتمرات سنوية بشأن تغير المناخ وبمشاركة نحو 200 دولة كان آخرها (COP27) الذي عُقد في الشهر الماضي (نوفمبر 2022م) بشرم الشيخ بجمهورية مصر العربية لهو خير دليلٍ على أنَّ التغير المناخي من أبرز المشكلات التي تسعى جميع دول العالم للحد من آثارها لما لها من تداعيات خطرة على النظم البيئية والأنشطة البشرية.

ونحن إذ نبارك انعقاد مؤتمر (**التغيرات المناخية في ليبيا "الاتجاهات والتداعيات"**) فإننا نتقدم بالشكر إلى البُحّاث المشاركين ببحوثهم القيّمة من أجل إثراء الموضوع، كما نشكر اللجان العلمية والتحضيرية للمؤتمر، والتي واكبت تجهيزاته الأولية إلى لحظة الانعقاد، كما نحيي كافة الجهات التي أسهمت في إنجاح هذا المؤتمر العلمي.

وختامًا.. فإنَّ جامعة سرت ترحب بأن تكون حاضنة لانعقاد المؤتمرات والندوات العلمية الهادفة التي تسهم في بناء مستقبل وطننا الحبيب **ليبيا**.

وفقكم الله وسدد خُطاكم
والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

د. سليمان مفتاح الشاطر
رئيس جامعة سرت

كلمة اللجنة العلمية:

بسم الله، الحمد لله، والصلاة والسلام على رسول الله، وعلى آله وصحبه ومن والاه، وبعد:

فموضوع هذا المؤتمر هو الشغل الشاغل للمختصين، والاهتمام الحاضر للمتابعين؛ لأنَّ التغير المناخي هو السبب الرئيس في التغير الفعلي لكثير من مسارات الحياة في شتى نواحيها، خاصة في دولة مثل ليبيا، حيث أنَّ الأنشطة البشرية غير مرشدة والنظم البيئية هشَّة؛ لذلك كان لزاماً معرفة الاتجاهات ثم التداعيات للتغيرات المناخية حتى يتسنى الاستعداد لكل ما هو مرتقب أو متوقع، وهذا ما تهدف إليه محاور المؤتمر، وقد جاءت على النحو الآتي:

المحور الأول: اتجاهات التغيرات المناخية في ليبيا.

المحور الثاني: آثار الأنشطة البشرية على التغيرات المناخية.

المحور الثالث: تداعيات التغيرات المناخية.

المحور الرابع: استراتيجيات التكيُّف مع التغير المناخي.

وقد بلغ عدد الملخصات المقدمة للَّجنة العلمية ثمانية وثلاثين ملخصاً، وعدد الأبحاث المرسلة خمسَ وعشرين بحثاً، عدد المقبول منها أربعة عشر بحثاً وفقاً للمعايير العلمية والفنية التي اعتمدتها اللجنة العلمية.

ومن باب الاعتراف بالمعروف، وإرجاع الفضل إلى أهله، فإن اللجنة العلمية تتقدم بوافر الشكر والتقدير والاحترام وعظيم الامتنان لجامعة سرت متمثلة في السيد: **د. سليمان مفتاح الشاطر** رئيس الجامعة، و **أ. د. الطيب مُحَّد القبي** وكيل الجامعة للشؤون العلمية، و **أ. د حسين مسعود أبومدينة** مدير إدارة الدراسات العليا والتدريب بالجامعة، و **د. إسماعيل فرج عبد الناصر** عميد كلية الآداب، و **أ. جمعة مُحَّد الغناي** رئيس قسم الجغرافيا، وكذلك السادة رئيس وأعضاء اللجنة التحضرية، وكل من أسهم معهم في هذا العمل الكبير.

نجدد لهم الشكر والتقدير لاحتضانهم هذا المؤتمر، والعمل على نجاحه على هذا النحو المتميز الرائع.

وتتطلع اللجنة العلمية من خلال البحوث الرصينة المقدمة في هذا المؤتمر إلى تقديم ما فيه النفع والخير لبلادنا.

أ. د. أنور فتح الله إسماعيل
رئيس اللجنة العلمية

تقدير الآثار المحتملة لتغير منسوب سطح البحر على المناطق العمرانية بمدينة زوارة باستخدام التقنيات المكانية.

أ.د. مولود علي بريبش
أستاذ بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة الزاوية
m.brebish@zu.edu.ly

د. علي مصطفى سليم
أستاذ مُساعد بقسم الجغرافيا/ كلية اللتربية/ جامعة مصراتة
a.salim@edu.misuratau.edu.ly

الملخص:

تهدف الدراسة إلى توظيف التقنيات المكانية الحديثة المتمثلة في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تقدير الآثار المحتملة لارتفاع منسوب سطح البحر على المناطق العمرانية بمدينة زوارة، وتحديد مساحة وحجم الأضرار المتوقعة وفق سيناريوهات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) Intergovemmental Panel on Climate Change، الناتجة عن الارتفاع العالمي المرصود والمتوقع لدرجة الحرارة بسبب تزايد نسبة الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، فضلاً على التزايد المستمر في النمو السكاني وأنشطته، ممَّا أدى إلى اضطراب النظام البيئي وتغير خصائصه، وزيادة تواتر التطرفات المناخية، وذوبان الكتل الجليدية وارتفاع منسوب سطح البحر وغمر المناطق الساحلية اعتماداً على نموذج المحاكاة باستخدام أدوات التحليل المكاني Spatial Analysis في برنامج ArcGis.

تُعَدُّ مدينة زوارة من المناطق المتوقع أن تتأثر سواحلها وأجزاء من مناطقها العمرانية بارتفاع منسوب سطح البحر خلال العقود القادمة، وتأتي هذه الدراسة كمحاولة لتقييم التأثيرات المحتملة لتلك المخاطر في النطاق الساحلي للمدينة، وفق السيناريوهات المحتملة لارتفاع منسوب المياه في منطقة حوض البحر المتوسط، والنتائج المتوقعة لكل سيناريو وتحديد الأجزاء المهددة بغمر مياه البحر وتقدير مساحاتها، والأضرار الناتجة عنها. وقد أشارت نتائج الدراسة أن ثلثي مساحة مدينة زوارة تقريباً مهدد بالغرق وغمر مياه البحر إذا ارتفع مستوى هذه الأخيرة إلى 100 سم عن مستواها الحالي، وتصل تلك النسبة إلى ثلاثة أرباع المدينة إذا ارتفع مستواها عن 200سم، مما يتوجب على مخططي المدن في ليبيا وصانعي القرار والجهات المسؤولة عن المناطق الساحلية وضع التدابير اللازمة للتكيف مع هذه الظاهرة والتخفيف من آثارها من خلال وضع خطط استراتيجية وطنية لنظام الإنذار المبكر للتقليل من مخاطرها المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي، مستوى سطح البحر، المناطق الساحلية، الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (PCCI) ، نظم المعلومات الجغرافية)GIS(الاستشعار عن بعد (RS)، مدينة زوارة.

Estimating the potential impacts of sea level change on urban areas of Zuwara using spatial techniques.

Prof. Dr. Mouloud Ali Brebesh
Department of Geography / Faculty of Arts
Zawiya University.
m.brebish@zu.edu.ly

Dr. Ali Mustafa Salim
Department of Geography /Faculty of Education
Misrata University.
a.salim@edu.misuratau.edu.ly

Abstract:

The study aims to employ spatial techniques represented in geographic information systems and remote sensing in estimating the potential effects of sea level rise on urban areas in Zuwara, and determining the area and size of the expected damages according to the scenarios of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Resulting from the observed and expected global rise in temperature due to the increasing proportion of greenhouse gases in the atmosphere, as well as the continuous increase in population and economic growth, which has led to ecosystem disturbance and change in its characteristics, increasing frequency of climatic extremes, melting glaciers, rising sea levels and threatening coastal areas By immersion, based on a simulation model using the tools of Spatial Analysis of Digital Elevation Model (DEM) data from the SRTM visible with a spatial accuracy of 30 m in order to prepare a model showing the third dimension of the study area, and to produce layers for possible scenarios of sea level rise.

The city of Zuwara is one of the areas whose coasts and large parts of its urban areas are expected to be affected by sea level rise in the coming decades. For each scenario, identify the parts threatened by sea water inundation and estimate their areas, and the damages resulting from them by comparing them to the current sea level. The results of the study indicated that about 66% of the area of the city of Zuwara is threatened by drowning and inundation of sea water if its level rises to 100 cm above its current level, and that percentage reaches 75% of the city if its level rises above 200 cm, which is what city planners in Libya and city makers must The decision and the authorities responsible for coastal areas shall put in place the necessary measures to adapt to this phenomenon and mitigate its effects through the development of national strategic plans for the early warning system to reduce its future risks.

Key words: Climate Change, Sea Level, Coastal Areas, Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), Geographic Information Systems (GIS), Remote Sensing (RS), Zuwara city.

مقدمة:

تُعَرّف التغيرات المناخية Climate Change على أنها التغير في وتيرة العناصر المناخية المعتادة كدرجات الحرارة وأنظمة الضغط واتجاهات الرياح وسرعتها وأشكال التهطال ومعدلاته، وزيادة حدة التطرفات المناخية، وتصاعد موجات الجفاف، حيث تؤدي هذه التغيرات في حجمها واتجاهاتها على المدى الطويل إلى تأثيرات هائلة على الأنظمة البيئية، وعواقب اجتماعية واقتصادية فادحة، فقد قدر صندوق النقد الدولي أنه في مقابل ارتفاع درجة حرارة الأرض 3 م° ينخفض معدل الناتج الإجمالي العالمي بنحو 2% (اتحاد المصارف العربية)؛ ولذا تمثل التغيرات المناخية أحد أكثر المشاكل الشائكة التي تواجه العالم الناتجة عن اختلال التوازن البيئي، والتي اعتبرت من أكبر التحديات التي تواجه تحقيق التنمية المستدامة، بل تشير تقارير منظمة الصحة العالمية أن آثار التغيرات المناخية خلال الثلاثين عاماً (1970 - 2000م) قد نجم عنها على الأقل 160 ألف حالة وفاة سنوياً، إضافة إلى عدد كبير من المرضى والإصابات والإعاقات (عبد الإله عبد السلام، 2009، ص138). الأمر الذي دفع المنظمات الدولية مثل برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP إلى إبرام العديد من الاتفاقيات مثل اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغير المناخي 1992 (الأمم المتحدة، 1992)، واتفاقية باريس 2015، وكلها تهدف إلى إلزام الدول الصناعية بخفض انبعاثات الغازات الدفيئة التي تسهم في ظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming؛ وذلك بسبب زيادة معدلات النشاط البشري، حيث تشير تقارير الهيئة الدولية المعنية بالتغير المناخي IPCC أن حرارة كوكب الأرض تتجه منذ النصف الثاني من القرن العشرين نحو الارتفاع، وأن مناخ العالم اليوم أكثر دفئاً عما كان عليه قبل مئة عام بمعدل 0.8 م° بسبب زيادة تلك النشاطات البشرية (www.ipcc.ch.p60)، كما أن التوقعات العالمية تشير إلى أنه في حالة تزايد وتيرة تلك النشاطات فإن حرارة الأرض سوف ترتفع بمعدل قد يصل إلى 4.8 م° مع نهاية القرن الحادي والعشرين، وبحسب النماذج المناخية فإن هذه الزيادة ستتباين من منطقة جغرافية إلى أخرى، حيث ستتعرض منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا إلى زيادة تراوح ما بين 3 و 5 م° (وحيد مفضل، 2019) .

ومن أبرز الآثار الناجمة عن ظاهرة التغيرات المناخية وتداعياتها السلبية ذوبان مساحات شاسعة من الكتل والغطاءات الجليدية، مما سيؤدي إلى ارتفاع منسوب سطح البحر إلى مستويات قياسية، إذ تشير بعض الدراسات إلى أن منسوب المحيطات على مستوى العالم سوف يرتفع بما يتراوح ما بين 0.5 و1.3 م عن مستواه الحالي مع نهاية هذا القرن، وتتوافق هذه التقديرات مع ما أشارت إليه هيئة IPCC في تقريرها السادس الذي نشر في نهاية عام 2021 أن المتوسط العالمي لمنسوب سطح البحر GMSL ازداد ما بين 0.15-0.25 م وبمتوسط 0.20 م خلال الفترة 1901-2018 وبمعدل سنوي بلغ 1.7 ملم، ومنذ عقد الستينات الماضي زادت وتيرة ارتفاع منسوب سطح البحر، بحيث بلغت ما بين 3.2 -4.2 ملم في السنة خلال الفترة 2006-2018، ومن المتوقع أن يرتفع المتوسط العالمي لمنسوب البحر ما بين 0.63-1.01 متر خلال عام 2100 عن مستواه في بداية القرن الحادي والعشرين(www.ipcc.ch.p77).

ولذا يعد ارتفاع مستوى سطح البحر المحلي (SLR) أحد المخاطر الرئيسة الوشيكة التي تهدد بشكل مباشر المناطق الساحلية نتيجة التغيرات المناخية، حيث أصبحت هذه الظاهرة الأخيرة تلقى اهتماماً متزايداً في الأوساط العلمية والمنظمات الدولية، فالكثير من المناطق الساحلية مثل مدن سواحل البحر المتوسط أوشكت على الغرق، مما سيؤدي إلى فقدان آلف الهكتارات من الأراضي الزراعية وتهجير ملايين السكان من مدنهم، ففي مصر يتوقع أن يؤثر ارتفاع سطح البحر بمقدار متر واحد على ستّة ملايين شخص يعيشون في حوض دلتا النيل (سرحان سليمان، 2015، ص 2). ووفقاً لدراسة أعدها فريق من باحثي المركز الوطني لعلوم المحيطات في بريطانيا، أنه في حالة عدم الوصول بدرجات الحرارة إلى مستويات ما قبل الصناعة، فإن الفيضانات الناتجة عن ارتفاع مستوى سطح البحر يمكن أن تكلف البشرية 14 تريليون دولارًا سنوياً بحلول عام 2100 (محمد السعيد، 2018).

مشكلة الدراسة:

تمثل منطقة شمال غرب سهل الجفارة في الغرب الليبي، لاسيما المنطقة الممتدة إلى الغرب من مدينة صبراتة وحتى رأس أجدير من بين أكثر المناطق الساحلية في ليبيا المهددة بغمر مياه البحر، حيث تشير البيانات المتحصل عليها من تحليل مرئية نموذج الارتفاع الرقمي

أن الأجزاء التي لا يزيد ارتفاعها عن 1 متر من مستوى سطح البحر تصل في بعض أجزاء هذه المنطقة إلى عمق 8 كم جنوب خط الساحل، مما يدل على أن تلك الأجزاء مهددة بغمر مياه البحر إذا زادت 100 سم عن منسوبها الحالي، ففي الكثير من أجزاء المنطقة تغطيها المستنقعات والسبخات التي تغمرها مياه البحر أثناء حدوث حركات المد والأمواج العالية والتي تمثل سبخة البريقة الواقعة بالقرب من الحدود التونسية أكبرها من حيث المساحة، إضافة التي السبخات التي تنتشر إلى الشرق وإلى الغرب من مدينة زوارة والتي لا يتجاوز بعدها عن الساحل مئات الأمتار.

تُعَدُّ منطقة الدراسة من أكثر المدن الليبية الساحلية تأثراً بارتفاع منسوب سطح البحر الناتج عن التغيرات المناخية، وما ينتج عنها من تغير في منسوب مياه المسطحات المائية، فما يميز سطح منطقة الدراسة أنه سطح منبسط قليل التضرس، حيث يتراوح ارتفاع منسوب سطح الأرض في أغلب أجزاء المدينة بين عشرات السنتمترات إلى 3 أمتار عن مستوى سطح البحر، بينما تكون الأجزاء الأخرى تحت مستوى سطح البحر، ما يجعل أي تغير محتمل في هذا الأخير عن مستواه الحالي يشكل خطورة بالغة على سكان المدينة، ويهدد مناطقها العمرانية بالغرق والغمر بمياه البحر بشكل قد يصل إلى ثلاثة أرباع منطقة الدراسة.

ويمكن صياغة مشكلة الدراسة في التساؤلات الآتية:

س1- هل يمكن وضع سيناريوهات لاحتمالية ارتفاع منسوب سطح البحر، وكم مساحة الأجزاء المهددة بغمر مياه البحر في مدينة زوارة؟

س2- هل يمكن بناء قاعدة بيانات رقمية وإنتاج خرائط تحدد المناطق والأماكن المهددة بغمر مياه البحر في مدينة زوارة وفق السيناريوهات المفترضة؟

س3- ما التأثيرات المحتملة لارتفاع منسوب مياه البحر على مدينة زوارة؟

س4- ما البدائل المقترحة للحد من تأثير هذه الظاهرة على النظم الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في منطقة الدراسة؟

أهداف الدراسة:

1- إبراز دور الجغرافي التقنيات الجغرافية في محاكاة سيناريوهات ارتفاع منسوب سطح البحر في منطقة الدراسة ووضع تصور مستقبلي لها، واكتشاف المناطق المتضررة من الفيضانات

بالاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية.

2- إعداد قاعدة بيانات رقمية وإنتاج خرائط تحدد الأماكن المهددة بغمر مياه البحر في مدينة زوارة وفقاً للسيناريوهات المحتملة لارتفاع منسوب البحر واتجاهات توسعه.

3- وضع تصنيف لأنماط الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة، وتحليل وتقدير حجم الآثار المحتملة لارتفاع منسوب البحر عليها في منطقة الدراسة.

4- اقتراح البدائل والحلول للحد من المخاطر المحتملة لظاهرة التغير في منسوب البحر في منطقة الدراسة.

مصادر البيانات ومنهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على منهج التحليل المكاني Spatial Analysis لبيانات نماذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Model (DEM) من المرئية SRTM1N32E012V3 الملتقطة بواسطة القمر Topogreaphic Ralar Shuttel Mission (STRM) بدقة مكانية 30م، والملتقطة بتاريخ 9/23 / 2014 تم تحميلها من موقع هيئة المساحة الأمريكية *www.usgs.gov* وذلك لإعداد نموذج إظهار البعد الثالث لمنطقة الدراسة، (الارتفاع الرقمي) باستخدام برنامج Arc GIS 10.8 بهدف إنتاج طبقات لكل سيناريو محتمل لارتفاع منسوب سطح البحر وهي: 0.50م و 1م و2م باستخدام الأداة Map Algebra ثم إعادة التصنيف المرئية المنتجة Reclassify، واستثناء الأجزاء غير المعرضة لغمر المياه بحسب تلك السيناريوهات، وبعدها تم تحويل البيانات الشبكية Raster Data إلى صيغة بيانات مساحية اتجاهية Vector Data وإعداد طبقة لكل سيناريو محتمل، حتى يمكن إجراء عمليات التحليل المكاني عليها.

كما اعتمدت الدراسة في تصنيف الغطاء الأرضي على المرئية LC08_L1TP_189037 التي التقطت بواسطة القمر الصناعي لاندسات LANDSAT 8 بتاريخ 2021/9/2، حيث تمت معالجة المرئية الفضائية اعتمادا على برنامج ENVI 5.0، وقد تضمنت هذه المعالجة عمليات التصحيح والتحسين والتصنيف، ومنها التصحيح الراديومتري Radiometric Correction من خلال التحسين الطيفي وتصحيح الأخطاء في القيم الرقمية للأشعة، الناجمة تأثير مكونات الغلاف الجوي من خلال الأمر Quick

Atmospheric correction الذي يساعد على إيضاح المعالم والظواهر المكونة للمرئية الفضائية. بينما تضمنت عملية تحسين المرئية إظهار تفاصيل الظواهر ليسهل تمييزها والتعرف عليها بصريًا من خلال إجراء دمج لنطاقات الطيف الكهرومغناطيسي Bands ضمن ملف واحد من خلال الأمر Layer Stacking لإظهار البيانات المراد تحليلها ضمن قنوات الألوان الرئيسة RGP لتكوين توليفة تناسب تنوع الغطاء الأرضي. وهذه الطريقة تساعد على معالجة المرئية بالتلوين لتسهيل عملية تصنيفها، كما تمت ضمن هذه المرحلة عملية القطع المكاني للمرئية Spatial Subset بواسطة الملف الشكلي shapefile الذي يمثل الحدود المكانية لمنطقة الدراسة.

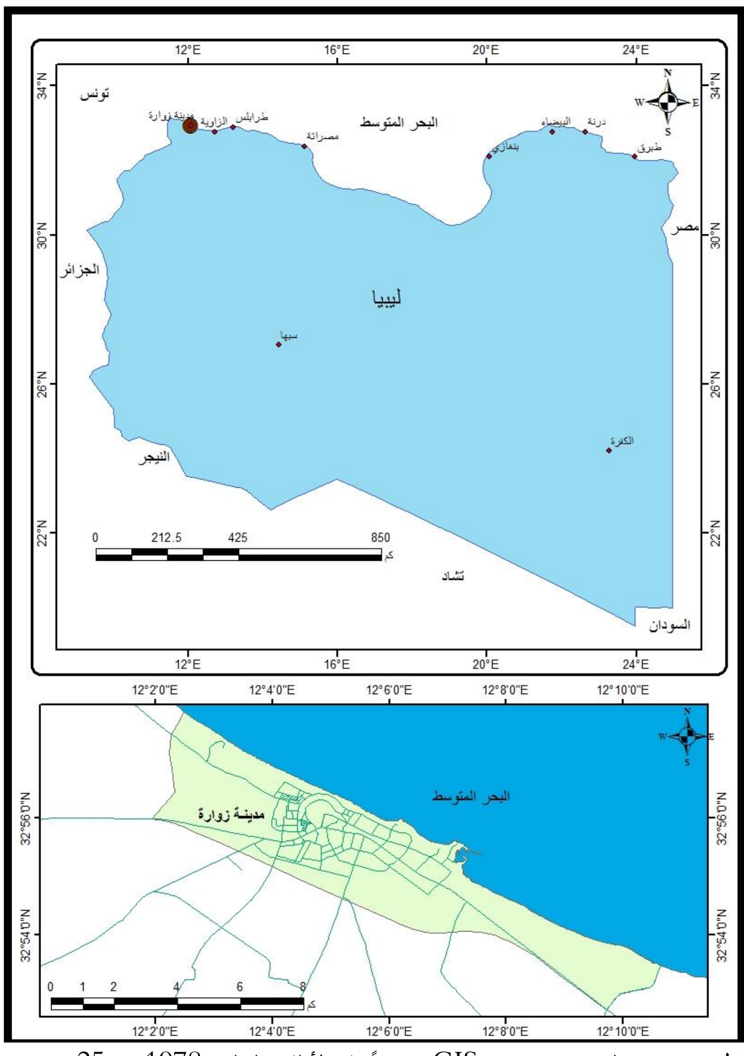
وتضمنت عملية المعالجة تصنيف Classification الظواهر التي تمثلها المرئية الفضائية وتفسيرها بصرياً، بواسطة برنامج ENVI من خلال وضع الخلايا Pixels في مجموعات أو طبقات، وتمثيل هذه المجموعات بألوان مختلفة نحصل من خلالها على الخريطة الطيفية، وفقاً لتجانس أطياف الظواهر الجغرافية (غطاءات الأرض) Land covers، ووضعها ضمن الأصناف المطلوبة اعتماداً على طريقة الاحتمالات العظمى Maximum Likelihood وهي من أكثر الطرق استخداماً في التصنيف الموجه. وبعدها تم تحويل البيانات الشبكية Raster data إلى بيانات اتجاهية Vector data عن طريق الأمر Classification to vector ثم تحويلها إلى ملف شكلي Export Layers to shapefile حتى يمكن اشتقاق القيم وإجراء الحسابات بواسطة برنامج Arc GIS . وتحديد على أنماط الغطاء الأرضي في المدينة وتحديد اتجاه امتدادها ومدى تعرضها لغمر مياه البحر من خلال ربط الطبقات التي تمثل تلك الأنماط مع نموذج الارتفاع الرقمي Overlay، بالإضافة إلى استخدام التحليل الكمي من خلال استخدام بعض المعادلات الحسابية واشتقاق القيم وتمثيلها بهيئة خرائط توضح التوزيع المكاني لاستخدامات الأرض في المدينة والمساحات المهددة بغمر مياه البحر في مدينة زوارة وفقاً لكل من السيناريوهات المذكورة.

منطقة الدراسة:

تقع مدينة زوارة في شمال غربي ليبيا في أقصى غرب سهل الجفارة إلى الغرب من مدينة طرابلس بنحو 120كم وتبعد عن الحدود التونسية (رأس اجدير) بحوالي 60 كم. وتمتد من

الشمال بمحاذاة البحر المتوسط بواجهة بحرية تبلغ 19.1 كم تقريباً، أما جنوباً فيحدها مسار الطريق الدائري الجنوبي، وغرباً مطار زوارة ومن الشرق محطة التحلية عند محلة المنقوب. أمّا فلكيا فأنّها تقع بين خطي الطول 56ً 01َ 12° و 40ً 10َ 12° شرقاً، وبين دائرتي 43ً 52َ 32° و 49ً 57َ 32° شمالاً (Google Earth Pro)، كما هو مبين في الخريطة (1).

خريطة (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.

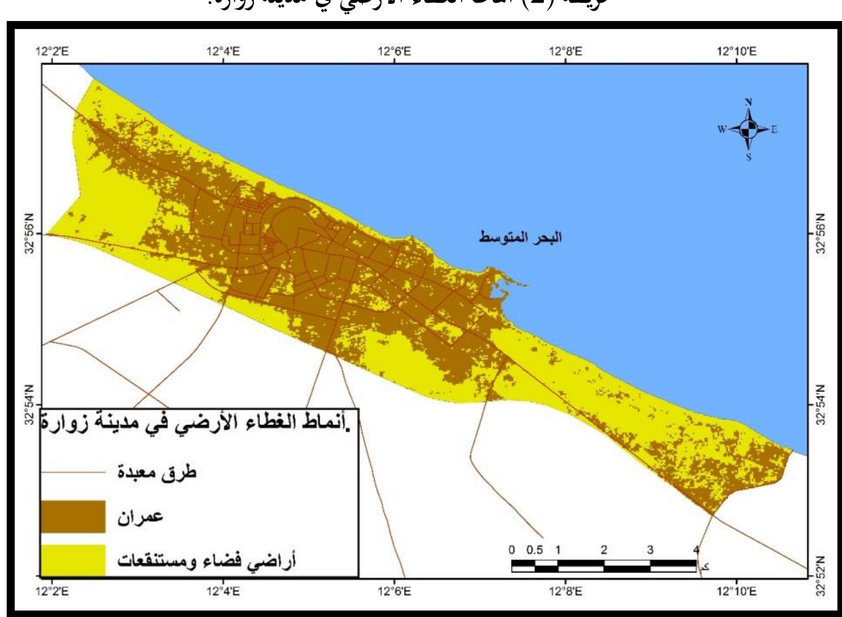


المصدر: إعداد الباحثين باستخدام GIS اعتماداً على الأطلس الوطني، 1978، ص25.

تشغل منطقة الدراسة مساحة 3280 هكتاراً وتشكل المساحات العمرانية منها 1719 هكتاراً، أو ما نسبته 52% منها، وتمثلها الأراضي التي تشغلها الوحدات السكنية بالإضافة إلى المباني الخدمية والإدارية ومرافق البنى التحتية، حيث تأخذ الكتلة العمرانية للمدينة شكلاً شريطياً بموازة ساحل البحر من الشرق إلى الغرب، وإن كانت تبدو أكثر تركزاً في منطقة الوسط وأقل كثافة في الأطراف الشرقية والغربية. أما المساحات الفضاء فتبلغ نحو 1561 هكتاراً وبما يماثل 48%، وأغلبها تغطيها السبخات أو بعض النباتات الطبيعية التي استطاعت التأقلم من ملوحة التربة فتنمو متكاثفة أحياناً ومتفرقة أحياناً أخرى، ومن أمثلتها نبات الغذام والغردق والعليق – خريطة (2) التي تبين أنماط الغطاء الأرضي مدينة زوارة.

وتعد المدينة ذات موقع استراتيجي فهي تتسم بنشاطها التجاري كونها مدينة حدودية تقع على الطريق الساحلي الذي يربط مدن شمال ليبيا بدولة تونس عبر منفذ رأس اجدير. وبلغ عدد سكانها نحو 27562 نسمة بحسب نتائج التعداد العام للسكان لسكان 2006 (الهيئة العامة للمعلومات، 2006)، وزاد عددهم في عام 2022 إلى نحو 47757 نسمة (ar.zhujiworld.com/ly.2022).

خريطة (2) أنماط الغطاء الأرضي في مدينة زوارة.



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مرئية LC08_L1TP_189037 باستخدام برنامج ENVI 5.0 .

التغير المناخي في منطقة حوض البحر المتوسط وأثاره المحتملة:

تشير التقديرات أن درجة حرارة في منطقة حوض البحر المتوسط قد ارتفعت بحوالي 1.5م° عن المستويات التي كانت عليها خلال الفترة التي سبقت الثورة الصناعية، وهي تتجاوز المعدلات العالمية لارتفاع درجة الحرارة بمقدار 1.1 م°، كما أظهرت الدراسات أن منطقة حوض المتوسط شهدت زيادة سنوية في الاتجاه العام لدرجات الحرارة بمعدلات قدرت بحوالي 0.03 م°، وهو ما يتجاوز أيضاً المعدلات العالمية. كما أشارت التقديرات كذلك بحدوث زيادة لمتوسط حرارة سطح البحر المتوسط من 1.8 م° إلى 3.5 م° خلال الفترة 1900 –1961، وإذا لم يتم اتخاذ إجراءات للتخفيف من حدة تغير المناخ فسوف تزيد درجات الحرارة الإقليمية إلى 2.2م° في عام 2040، وربما تتجاوز 3.8 درجة مئوية في بعض المناطق في عام 2100 .(MedECC.2019.P5-7)

وعلى نحو مشابه للاتجاهات الدولية الناجمة عن ظاهرة الاحترار وذوبان الجليد، فقد سجل مستوى سطح البحر في منطقة حوض المتوسط زيادة قدرها 0.7 ملم بين عامي 1945 و2000، وقد وصلت هذه الزيادة إلى 1.1 ملم ما بين عامي 1970 و2006. وقد تم رصد زيادة سنوية قيمتها حوالي 3 ملم خلال العقدين السابقين. وعلى الرغم من الشكوك وعدم اليقين في المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر تشير التقديرات المستقبلية أن منسوب سطح البحر المتوسط سيتراوح ما بين 52- 190 سم بحلول عام 2100 (MedECC.2019.P9).

كما يتوقع نتيجة زيادة نسبة الغازات الدفيئة أن تزداد درجة حامضية مياه البحر عن معدلاتها الطبيعية بسبب ذوبان غازات ثاني أكسيد الكربون، وما يضعه من احتمالية حدوث تغير في التنوع الحيوي والبيئي، فضلاً عن الآثار التي قد تنعكس على جيومورفولوجية الساحل وزيادة سرعة تأكله، مما يزيد من معدلات الزحف البحري باتجاه اليابس. وتتعدد الآثار الناتجة عن ارتفاع منسوب مياه البحر على المناطق الساحلية، منها:

1- تدهور نوعية المياه الجوفية وزيادة نسبة تركز الأملاح بها، نتيجة لتسرب المياه المالحة إلى الخزانات الجوفية.

2- وتملح التربة وتقلص مساحة الأراضي الزراعية وتدهور إنتاجيتها، - والتي تعد من بين أكثر المشكلات التي تعاني منها منطقة الدراسة عموماً.

3- غمر مياه البحر للمناطق العمرانية وما تشكله من أثر بالغ لا سيما على أساسات المباني والمنشآت والبنى التحتية وشبكات الطرق وما قد يترتب عليها من تهجير آلاف السكان من مدنهم.

تُعَدُّ القدرة التكيفية لآثار التغير المناخي بين دول جنوب وشرق البحر المتوسط بشكل عام أقل من المناطق الشمالية ودول العالم المتقدم، وذلك يعود إلى طبيعة العوامل الاقتصادية والاجتماعية، مما يجعلها معرضّة بشكل أكثر حدة للآثار السلبية لارتفاع منسوب البحر، فارتفاع منسوب مياه البحر بمقدار متر واحد سيؤثّر على ما يقارب 41500 كيلومتر مربعّ من الأراضي في دول شمال إفريقيا، ممّا سيلحق ضرراً بما لا يقلّ عن 73 مليون شخص أي ما يعادل 11 % من عدد السكان (Tolba MK, 2009).

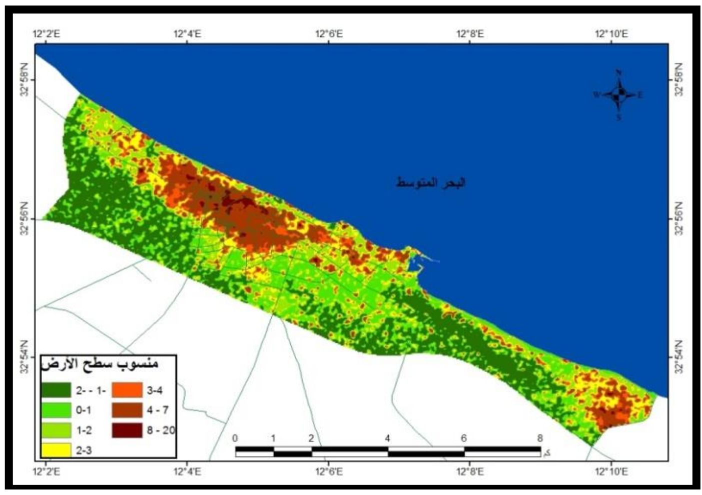
التغيرات المناخية في مدينة زوارة:

أظهرت الدراسات الحديثة المهتمة بفهم المناخ والتنبؤ بالتغير المناخي أنه من خلال الدورة الهوائية العامة بالإمكان التنبؤ بمناخ المستقبل بواسطة النماذج العالمية، وهي عبارة عن نماذج رقمية تجمع بين التفاعل المادي على سطح الأرض وفي المحيط والجو والغلاف الجليدي، ومنها نموذج الدوران العام للغلاف الجوي General Circulation Model (GCM) والنماذج المناخية الإقليمية (RCM) Regional Climate Models كمدخلات في تحليل وتحديد قوة العلاقات بين العناصر المناخية المختلفة والتي تعد من أشهر النماذج التي تستخدم في إنشاء قواعد البيانات العالمية، وإعداد تقارير التغير المناخي على مستوى العالم (الاسكوا، 2017، ص 41). وفي دراسة سابقة عن نمذجة التغير في درجة الحرارة العظمى في محطة إرصاد زوارة للفترة (1961 – 2099) باستخدام تقنية SDSM، أشارت النتائج أن المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في محطة زوارة سيأخذ اتجاها نحو الارتفاع وسيبلغ 25.3 م° خلال الفترة (2046 -2072) وبزيادة مقدارها 1.3 م° عن معدلها السنوي في فترة الأساس (1961- 1990) البالغ 24مْ، كما يحافظ هذا المعدل على اتجاهه نحو الزيادة بمقدار درجة مئوية واحدة تقريباً خلال الفترة (2073 -2099). وهذا يتفق مع جميع سيناريوهات IPCC، وهو ما ينذر بعدم قدرة دول العالم السيطرة على انبعاثات الغازات الدفيئة والتخفيف منها (Brebish &Othman, 2022,P168).

المناقشة والنتائج:

تشير بيانات نموذج الارتفاع الرقمي إلى الاختلاف النسبي في منسوب سطح الأرض في مدينة زوارة، الذي يتراوح ما بين –2 و9 م عن مستوى سطح البحر في بعض أجزاء المدينة، لاسيما في الأجزاء الشرقية منها على جانبي الطريق الساحلي، والتي تصل إلى ما دون 2م تحت مستوى سطح البحر، بالإضافة إلى بعض الأجزاء الغربية من المدينة، وتظهر على شكل بحيرات ساحلية مؤقتة تفصل بينها بعض الكثبان الرملية وتعتمد في وجودها على ما يصلها من مياه البحر عبر فتحات ومداخل صغيرة تعرف محلياً (البواغيز) بحيث تغمرها المياه أثناء عمليات المد البحري أو الأمواج العالية وتجف صيفاً وتتحول إلى سبخات بعد تبخر المياه منها، حيث تبدو الأملاح ظاهرة على السطح مكونة قشور بيضاء، وقد استغلت تلك الأجزاء في محيط المدينة كملاحات لصناعة الملح التي اعتمد عليها اقتصاد المدينة سابقاً، وقد شكلت مساحة الأجزاء التي تقع تحت مستوى البحر حوالي 886 هكتار، وبما يعادل نحو ربع مساحة المدينة. وبلغت الأجزاء المماثلة لمستوى القاعدة العام 573 هكتاراً، وتنتشر على شكل نطاقات محاذية للأجزاء المنخفضة. أما المساحات التي يزيد ارتفاعها عن مستوى سطح البحر فقد بلغت حوالي 1821 هكتاراً، ممثلة نصف مساحة المدينة تقريباً، بل أن أغلبها لا يزيد ارتفاعها عن 7 م، كما بالخريطة (3).


خريطة (3) طبوغرافية سطح الأرض في مدينة زوارة.



المصدر: إعداد الباحثين اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج ArcMap 10.8.

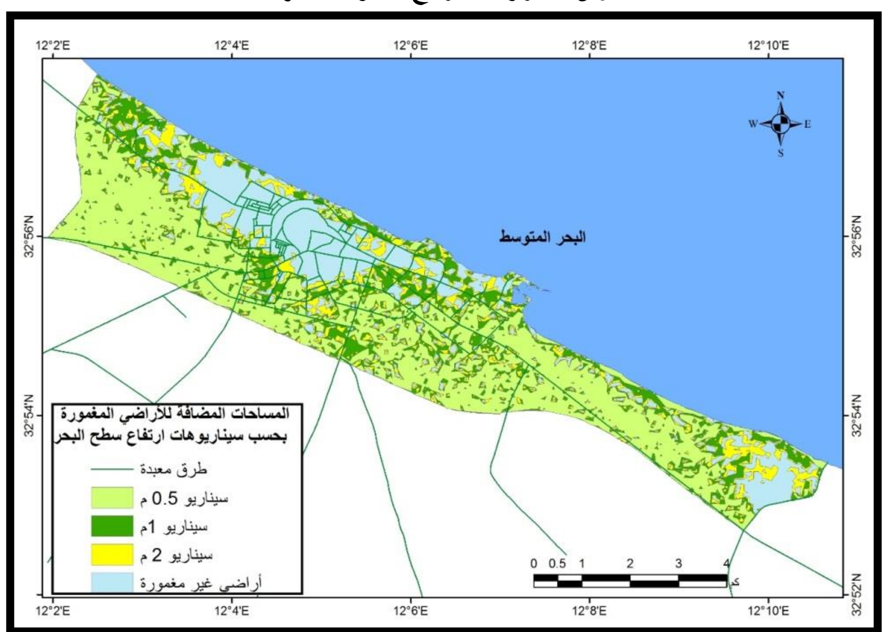
إنَّ المعطيات السابقة عن مناسيب الأرض في منطقة الدراسة تشير إلى أنها ستتأثر بشكل بالغ بأي تغير محتمل في منسوب سطح البحر المتوسط، ممَّا يهدد بغمر مساحات كبيرة من عمرانها وفق السيناريوهات الثلاثة المحتملة التي اعتمدتها الدراسة لتقييم تأثير ارتفاع مياه البحر، وبناء قاعدة بيانات رقمية وإنتاج خرائط تحدد المناطق والأماكن المهددة بغمر مياه البحر في مدينة زوارة، كما يبينها الجدول (1) والخريطة (4).

جدول (1) سيناريوهات الأراضي المهددة بالغمر بسبب ارتفاع منسوب البحر (SLR) في مدينة زوارة.

سناريوهات ارتفاع منسوب البحر/ سم	مساحة الارض المغمورة / هكتار	المساحة المضافة /هكتار	الأراضي غير المهددة/ هكتار	إجمالي المساحة /الهكتار	نسبة الارض المغمور ة
50	1541.2	1541.2	1738.8	3280	%47.0
100	2099.8	558.6	1180.2	3280	%64.0
200	2520	420.2	760	3280	%76.8

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج ArcMap 10.8.

خريطة (4) المساحات المضافة للأراضي المغمورة في مدينة زوارة
وفق سيناريوهات ارتفاع منسوب البحر.

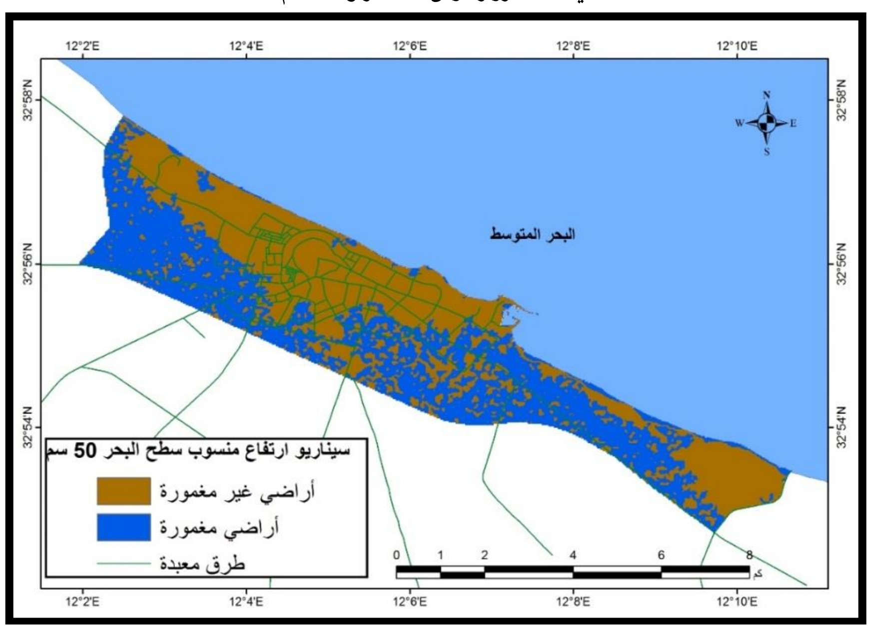


المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج ArcMap 10.8.

1- السيناريو الأول (0.5 متر):

بنيت تقديرات هذا السيناريو على ارتفاع منسوب سطح الحر بمقدار 50 سم عن منسوبه الحالي، وهو احتمال وارد الحدوث وضمن التقديرات المتفائلة التي وضعتها الهيئات الدولية المعنية بالتغيرات المناخية ووفق سيناريوهات انخفاض معدلات انبعاث غازات الاحتباس الحراري. ووفقاً لهذا السيناريو تبلغ مساحة الأراضي المهددة بغمر مياه البحر أكثر من 1540 هكتاراً، وبما يعادل 47 % من إجمالي مساحة المدينة – الجدول (1) – وتتوزع تلك الأراضي في جنوب شرق وجنوب غرب المدينة، وتمثلها الأراضي الأكثر انخفاضاً، لا سيما تلك الأراضي التي يتساوى أو يقل منسوبها عن مستوى سطح البحر، وتشكل الأجزاء المنخفضة والقريبة من ساحل البحر سواء في شرق المدينة أو في غربها القنوات التي ستتوغل عبرها المياه لتغمر أراضي جنوب المدينة، كما تظهر في الخريطة (5).

خريطة (5) تبين الأراضي المغمورة وغير المغمورة
في مدينة زوارة وفق السيناريو 0.5 م.



المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج ArcMap 10.8..

تشكل المساحة العمرانية المهددة منها وفق السيناريو الأول حوالي 537 هكتاراً، أي ما يعادل نحو 35% من جملة الأراضي المهددة بغمر مياه البحر إذا ارتفع منسوبها 0.5 م عن مستواه الحالي مع نهاية القرن الواحد والعشرين، أما المساحات الفضاء والتي تمثل مساحات للتوسع المستقبلي للمدينة فتبلغ حوالي ألف هكتار، مما يعني أن المساحات العمرانية المهددة بطغيان البحر من المتوقع أن تزيد مساحتها مع توسع المدينة حتى نهاية القرن الحالي، كما الخريطة (6).

خريطة (6) الأراضي العمرانية المهددة بالغرق وفق السيناريو الأول 0.5م.

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج ArcMap 10.8..

2- السيناريو الثاني (1متر):

يعتمد السيناريو الثاني على افتراض أن مستوى سطح البحر سوف يرتفع بمقدار 100 سم خلال العقود القادمة وحتى نهاية القرن الحالي، ووفقاً لهذا السيناريو سوف تبلغ الأراضي المعرضة لخطر الغمر بمياه البحر المتوسط في مدينة زوارة حوالي 2100 هكتارًا تقريباً، وبما يشكل نحو 64% من مساحة المدينة، في حين تبلغ الأراضي التي تشغلها التجمعات

العمرانية حالياً نحو 40% منها، وبمساحة تصل إلى 855 هكتارًا، أما الأراضي الفضاء والتي تمثل مساحات للتوسع العمراني للمدينة مستقبلاً فتبلغ حوالي 1245 هكتارًا. أما الأراضي المتبقية فوق مستوى سطح البحر وفق هذا السيناريو فتبلغ 1180 هكتارًا. كما هو مبين في الجدول (1) والخريطة (7).

خريطة (7) تبين الأراضي المهددة بالغمر وغير المغمورة في مدينة زوارة وفق سيناريو 1م.

12°2'E 12°4'E 12°6'E 12°8'E 12°10'E
32°56'N 32°54'N 32°52'N
البحر المتوسط
N W E S
سيناريو ارتفاع منسوب سطح البحر 100 سم
أراضي غير مغمورة
أراضي مغمورة
طرق معبدة
0 0.5 1 2 3 4 كم

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج ArcMap 10.8..

ومن الملاحظ أن المساحات المهددة بغمرها بمياه البحر بحسب الاحتمال الذي بني عليه هذا السيناريو سوف تزيد بنسبة تتجاوز36% عن تلك المساحات المعرضة لغمرها بمياه البحر وفق السيناريو الأول، الذي يفترض ارتفاع منسوب البحر بنحو 50سم، وستبلغ نسبة الزيادة للأراضي التي يشغلها عمران المدينة نحو 60%، أما الأراضي الفضاء المعرضة للغمر فسوف تزداد بنسبة 24% مقارنة بالسيناريو الأول، الأمر الذي يعكس خطورة احتمالات ارتفاع منسوب البحر على الأراضي التي يشغلها العمران مقارنة بالأراضي الفضاء.

تظهر الأراضي العمرانية المهددة بفيضان مياه البحر عليها إذا ارتفعت هذه الأخيرة بمقدار متر عن مستواه الحالي في الأجزاء الوسطى والأجزاء الجنوبية الشرقية والجنوبية من المنطقة العمرانية، علاوة على بعض الأجزاء المتفرقة عند المدخل الشرقي للمدينة، خريطة (8).

خريطة (8) الأراضي العمرانية المهددة بالغرق وفق السيناريو الثاني 1م.

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج ArcMap 10.8..

3- السيناريو الثالث (متر2):

اعتمد السيناريو الثالث على احتمالية ارتفاع منسوب البحر في منطقة الدراسة إلى 200 سم وهو افتراض مبني على أن معدلات انبعاث غازات الاحتباس الحراري ستظل على أوجه، وهو يمثل السيناريو الأكثر تشاؤماً لمعدلات الاحترار العالمي، الأمر الذي ينعكس على سرعة ذوبان الغطاءات والكتل الجليدية، مما يعني درجات خطورة عالية بنيت عليها التقديرات المستقبلية لارتفاع منسوب سطح البحر المتوسط الذي قد يصل إلى 190 سم بحلول عام 2100. ووفقاً لهذا السيناريو يتوقع أن ثلاثة أرباع أراضي المدينة ستغمرها المياه وبمساحة تتجاوز 2500 هكتارًا، ولا يتبقى منها إلا مساحة محدودة لا تزيد عن 760

هكتارًا تمثلها الأراضي التي يزيد ارتفاعها عن مترين والتي يشغلها حالياً الجزء العتيق من مدينة زوارة، مما يعني أنه من المحتمل أن تتحـول المدينة إلى جـزيرة صغيرة تحيـط بها مياه البحـر من جميع الجهات، كما بالخريطة (9).

الخريطة (9) الأراضي المهددة بالغمر وغير المغمورة في مدينة زوارة وفق سيناريو 2م.

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج ArcMap 10.8.

يظهر من الخريطة (10) توزيع المساحات الأكثر تهديداً والمتوقع أن تغمرها مياه البحر وفقاً للسيناريو الثالث، والتي تمثل المنطقة العمرانية بمدينة زوارة، والتي تشكل ما يقارب 45% منها، وبمساحة تقدر بنحو 1123 هكتاراً، وما تشكله تلك التهديدات من قيود تنموية على تلك الأجزاء من المدينة.

وفي ظل هذه التهديدات والآثار الاقتصادية والبيئية التي يشكلها ارتفاع المتوقع لمنسوب البحر على النطاق الساحلي لشمال غرب ليبيا عموماً ومدينة زوارة خاصة نتيجة التغيرات المناخية بات الأمر ملحاً لوضع استراتيجيات تخطيطية وتدابير واضحة لمواجهة تلك التهديدات، ووضع البدائل للتخفيف من آثارها، والاستفادة من تجارب بقية دول العالم في

هذا الشأن، مثل تحصين الساحل وإنشاء الجدران والهياكل الحاجزة للأمواج البحرية وإعادة بناء الشواطئ، والعمل على توجيه العمران الجديد إلى المناطق الأكثر أمناً والأقل عرضة لتأثيرات التغيرات المناخية، ومع كل هذه التدابير يمكن القول أنه لكي نبطئ معدلات ارتفاع مستوى سطح البحر علينا أن نوقف ارتفاع درجات الحرارة من خلال الاستخدام المقنن لمصادر الطاقة الأحفورية والاتجاه إلى مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة والتوسع في زراعة المساحات الخضراء والمحميات الطبيعية.

خريطة (10) الأراضي العمرانية المهددة بالغمر وفق السيناريو الثالث 2 م.

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج ArcMap 10.8..

النتائج:

1-يُعدُّ تغير المناخ العالمي أخطر تهديد للتنمية المستدامة التي تواجه المناطق الساحلية في شمال غرب ليبيا وفقًا للتقارير الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والتي تشير إلى أن الآثار المتوقعة لتغير المناخ العالمي ستكون مدمرة.

2-يُعدُّ المدينة ذات موقع استراتيجي زاد من معدلات نموها العمراني وتوسعها الحضري، حيث بلغت مساحة الكتلة العمرانية للمدينة في عام 2021 نحو 1719 هكتاراً، وقد أسهم في ذلك نمو نشاطها التجاري كونها مدينة حدودية تقع على الطريق الساحلي الذي يربط مدن شمال ليبيا بدولة تونس عبر منفذ رأس اجدير، الأمر الذي يزيد من حجم المخاطر المترتبة عن التغير في منسوب سطح البحر عليها.

3-أشارت بيانات نموذج الارتفاع الرقمي أن منسوب نصف مساحة المدينة تقريباً يعادل أو يقل عن منسوب سطح البحر؛ ممَّا يجعل أي تغير في هذا الأخير يشكل خطورة بالغة على المدينة ونطاقها العمراني، فموقع مدينة زوارة وطبوغرافيتها جعلها من أكثر المدن الليبية تعرضاً لاحتمالات ومخاطر طغيان البحر.

4-وفقاً للسيناريو الذي يفترض أن منسوب البحر سوف يزداد بمقدار 50 سم فإن مساحة الأراضي المهددة بغمر مياه البحر تمثل 47 % من إجمالي مساحة مدينة زوارة، والتي قدرت بـ 1540 هكتاراً، وثلث هذه المساحة تشغلها المنشآت والمباني العمرانية والمرافق الخدمية في المدينة.

5-أشارت تقديرات السيناريو الثاني الذي يفترض ارتفاع منسوب البحر بمقدار 100 سم أن الأراضي المعرضة لخطر غمرها بمياه البحر تمثل حوالي 2100 هكتارًا، وبما يماثل نحو 64% من مساحة مدينة زوارة، وتشكل الأراضي التي يشغلها العمران حالياً نحو 40% منها، وبمساحة تصل إلى 855 هكتارًا.

6-اعتمد السيناريو الثالث على احتمالية ارتفاع منسوب البحر المتوسط إلى 200 سم، مما سيترتب عليه غمر ثلاثة أرباع أراضي مدينة زوارة بمياه البحر، وبمساحة تتجاوز 2500 هكتار، وأن ما يقارب نصف هذه المساحة هي أراضي مشغولة فعلياً بالعمران.

التوصيات:

بناءً على النتائج السابقة تقترح الدراسة عدد من التوصيات منها:

1- تطوير برامج مراقبة السواحل ووضع أنظمة الإنذار المبكر وأنظمة دعم القرار للاستجابة لتهديد ارتفاع مستوى سطح البحر، وتشجيع إدارات المدن على إجراء عمليات

تقييم وتحديد لمستوى تلك التهديدات على بنية المدينة وتنميتها الحضرية والاستفادة من التقنيات الحديثة بالخصوص.

2- إنشاء حواجز وحوائط بحرية لصد مياه البحر ومنعها من غمر الشواطئ لحماية المناطق العمرانية سواء المناطق السكنية أو المباني والمنشآت العامة وشبكات البنى التحتية في المناطق الساحلية.

3- الاتجاه نحو التنمية بشكل عمودي على خط الساحل وتقليل واجهة التنمية على الساحل في المناطق المهددة بخطر ارتفاع منسوب البحر.

4- العمل على توسيع نطاق المشاركة المجتمعية والعمل المشترك مع مؤسسات الدولة بغية ضمان جمع الآراء ووجهات النظر على نطاق واسع لوضع رؤية حول التوجهات المستقبلية للتنمية الشاملة في المناطق الساحلية وفق الإمكانات المحلية في ظل الاستجابة للتغيرات المناخية. واعتماد مخططات مستقبلية بعيدة المدى للمدن الليبية المهددة بزحف مياه البحر بحسب التقديرات العلمية لمناسيب سطح البحر.

5- تحفيز التعاون الدولي والمؤسساتي لمواجهة التغيرات المناخية وارتفاع منسوب البحر، والعمل على خفض الملوثات الجوية والغازات المنبعثة إلى الجو، والتي تسهم في تعميق ظاهرة الاحترار المناخي.

6- التوسع في حملات التشجير على نطاق واسع من الأراضي الليبية لدوره الحيوي في تعديل المناخات المحلية والتقليل من ارتفاع درجة الحرارة.

المصادر والمراجع:

- الاسكوا، (2017)، التقرير العربي حول تقييم تغير المناخ، بيروت: لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، بيروت.
- الأمم المتحدة. اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغير المناخي، (1992) في: ttps://unfccc.int/sites/default/files/convarabic.pd.
- إدارة الدراسات والبحوث باتحاد المصارف العربية، (2021)، انعكاسات التغيُّر المناخي على الاقتصاد العالمي والعربي، في: https://uabonline.org/ar.
- التقييم الأولى من قبل شبكة الخبراء المعنية بالتغيرات المناخية في منطقة البحر الأبيض المتوسط، (2019)، خبراء البحر المتوسط في المناخ والبيئة التغيير، MedECC.
- سرحان سليمان، (1015)، دراسة اقتصادية للتغيرات المناخية وأثرها على التنمية المستدامة في مصر. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي.
- عبد الاله مُحَمَّد الحسن عبد السلام، (2009)، الآثار البيئية والصحية المتوقعة، لظاهرة التغيرات المناخية في السودان، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، يناير.
- مُحَمَّد السعيد، (2018)، كم يكلف ارتفاع مستوى سطح البحر اقتصاد العالم، يوليو في: https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/how-much - does-sea- level-rise-cost-the-world-economy.
- الهيئة العامة للمعلومات والتوثيق، (2006)، النتائج النهائية للتعداد العام للسكان، طرابلس.
- وحيد مُحَمَّد مفضل، (2019)، تغيرات مستوى سطح البحر وتأثيراته في الخليج العرب، مارس في: https://taqadom.aspdkw.com.

- Ali said, Sea Level Changes In Libya Using SRTM – DTM, 2nd International Conference on Environmental Science and Technology, IACSIT Press, Singapore,2011.
- Brebish, M. A., & Othman, A. A. (2022, June). Modeling the change in maximum temperature in zuwara weather station for

the period (1961-2099) using sdsm technique. Bulletin of the serbian geographical society.

- Gabriel Jorda ،Marta Marcos و ،gonér le cozannet.. The mediterranean region under climate change. (hakima el haité ، driss el yazam (،marseille: ird éditions,(2016).
- Tolba, M. K. (2009). Climate change:Saab NW Arab environmen. Arab Forum for Environment and Development, (AFED).
- Michael N. Tsimplis, Sea level in the Mediterranean Sea: The contribution of temperature and salinity changes, Geophysical Research Letters, VOL. 29, NO. 23, 2136, doi:10.1029/2002GL015870, 2002
- https://www.usgs.gov.(**2022/8/14** تاريخ الزيارة) **.**
- https://www.ar.zhujiworld.com/ly. (**2022/8/10** تاريخ الزيارة) .
- Google Earth Pro.
- https://www.ipcc.ch. IPCC_AR6_WGI_TS.pdf. (**2022/8/12** تاريخ الزيارة)

المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب
التغيرات المناخية في ليبيا (الاتجاهات والتداعيات)
سرت 29 ديسمبر 2022م